

Ю. І. Буріменко,  
 д. техн. н., професор кафедри управління проектами та системного аналізу,  
 Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, м. Одеса  
 Т. А. Пінчук,  
 старший викладач кафедри менеджменту та маркетингу,  
 Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, м. Одеса

## СТРУКТУРИЗАЦІЯ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА З ОЦІНКОЮ СТУПЕНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ

*Yu. Burimenko,*  
 Doctor of technical sciences, professor, Department of Project Management and System Analysis,  
 Odessa National Academy of Communications named after O.S. Popov, Ukraine  
*T. Pinchuk,*  
 Senior Lecturer, Department of Management and Marketing,  
 Odessa National Academy of Communications named after O.S. Popov, Ukraine

### STRUCTURING PROGRAMS OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE WITH EVALUATION OF THE UNCERTAINTY OF FUNCTIONAL RESULTS

*Запропоновано формальний метод опису структури робіт по реалізації програми розвитку підприємства. Надано метод оцінки характеристик структури робіт в ймовірнісній і нечіткій постановці. Він дозволяє проводити більш ефективне планування програми розвитку підприємства в умовах невизначеності. Важливе значення також має здібність програми розвитку діяти в ринкових умовах з урахуванням жорсткої конкуренції. В цій ситуації не тільки важливо, але й необхідно проводити ретельне дослідження основних напрямків та можливостей ймовірних конкурентів. Для цього дуже важливо оцінювати можливі перспективи розвитку найбільш успішних вітчизняних та закордонних підприємств.*

*A formal method of describing the structure of implementation of the enterprise development program is proposed. The method of evaluating the characteristics of the structure of work in a probabilistic and fuzzy environment is given. It allows for more effective planning of the enterprise development program in uncertain conditions. Also important is the ability of the development program to operate in market conditions, taking into account fierce competition. In such a situation, not only is it important, but it is also necessary to conduct thorough study of the main areas and capabilities of potential competitors. It is very important for this purpose to evaluate the possible prospects for the development of the most successful national and foreign enterprises.*

*Ключові слова: структура, робота, ймовірність, нечіткість, функція приналежності, пакет робіт, узагальнена характеристика.*

*Key words: structure, work, probability, fuzziness, membership function, work package, generalized characteristic.*

#### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Соціально-економічна ситуація в країні на цей момент часу суттєво ускладнила умови функціонування вітчизняних підприємств. Багато з них опинилися в складному фінансовому становищі, з відсталою технологічною базою та малоефективною системою управління, що підтверджується існуючими соціально-економічними проблемами в країні. В результаті їх продукція не в змозі конкурувати на світовому ринку, а внутрішній ринок, який є основою економічного благополуччя, по суті не сформований. Низька купівельна спроможність більшості населення країни гальмує процес соціально-економічного розвитку країни. Підприємства функціонують в умовах дефіциту фінансових ресурсів, що нерідко призводить до їх закриття, зростання числа безробітних, інфляції. Основна причина негативної соціально-економічної ситуації в країні полягає у відсутності державної програми розвитку з акцентом на інноваційно-інвестиційний розвиток продуктивних сил.

#### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням, що стосуються проблем розвитку підприємств, і пов'язаних з цим процесом ризиків, присвячено чимало публікацій в вітчизняного та зарубіжної літератури. До них слід віднести перш за все функціональні роботи В.М. Геєць, В.П. Семиноженко [1], Т.П. Бубенко [2], О.Ф. Андросова, А.В. Череп [3], ряд публікацій в "Економічному часописі — XXI" [4; 5], а також публікації в авторитетному економічному виданні "Quarterly Journal of Economics" (QJE) [6—8]. У всіх перерахованих публікаціях досліджуються питання фінансової кризи і пов'язані з цим основні ризики. Надаються рекомендації щодо зняття негативних факторів впливу на процес реалізації програм розвитку.

В останні роки широке поширення в методах аналізу діяльності підприємства отримав підхід, пов'язаний з оцінкою чинників невизначеності шляхом використання імовірнісних і нечітких оцінок результатів [9; 10].

## МЕТА СТАТТІ

Мета статті полягає в розробці методу структуризації робіт з реалізації програми розвитку підприємства в умовах невизначеності імовірнісного і нечіткого характеру та наданні відповідної оцінки невизначеності очікуваних результатів.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розробці та реалізації програми розвитку підприємства повинне передувати ретельне опрацювання її структури та оцінка надійності очікуваних результатів. Оскільки реальні умови реалізації програми розвитку далекі від детермінованих, то необхідний адекватний метод оцінки можливих результатів. Як зазначалося вище, дослідження в цьому напрямку ведуться досить інтенсивно протягом багатьох років. Однак, як і раніше є необхідність в їх продовженні та поглибленні.

Очевидно, що ефективне управління програмами розвитку неможливо без їх попередньої структуризації і оцінки очікуваних результатів. Однак далеко не очевидно як здійснити найбільш раціональну структуризацію і подальшу оцінку результатів. Реальні умови функціонування підприємства невизначені. По суті, процес структуризації зводиться до таких дій:

- поділу програми розвитку на керовані блоки із зазначенням відповідальних;
- визначенню пакетів робіт аж до основних окремих у кожному блоці;
- оцінки необхідних витрат (матеріальних, фінансових, інформаційних та ін.);
- складання кошторисів і контроль витрат.

Структуризація програм здійснюється за допомогою кількох спеціальних моделей: дерева цілей, дерева рішень, дерев робіт, організаційної схеми виконавців, структури використовуваних ресурсів і структури витрат, матриці відповідальності, мережевої моделі.

Серед перерахованих моделей структуризації програм дерево робіт, яке графічно відображає ієрархічну структуру поділу робіт WBS (Work Breakdown Structure) на підпрограми, пакети робіт різного рівня, пакети детальних робіт є основним інструментом формування системи управління програми розвитку підприємства. WBS дозволяє вирішувати завдання раціональної організації робіт, здійснювати узагальнення графіків робіт, вартості, ресурсних витрат, розподіляти відповідальність і т.п.

Процес управління програмою розвитку практично завжди протікає в умовах невизначеності та ризиків, обумовлених неповнотою інформації, неточністю та/або неоднозначністю вихідних даних, наявністю факторів випадковості, суб'єктивності і т.д. Все це призводить до того, що детальні роботи, пакети робіт будь-якого рівня, підпрограми, що входять до WBS, як за термінами виконання, так і за ресурсним витратам, носять імовірнісний або невизначений характер. Причому терміни і ресурсні витрати пов'язані між собою. З огляду на те, що часовий фактор є одним з визначальних у процесі управління програмою, розглянемо структуру робіт, оцінюючи кожен пакет робіт з точки зору сукупних тимчасових характеристик: оптимістичного і песимістичного темпу виконання робіт, інтервалу тривалості, функції розподілу (для імовірнісного випадку) і функції приналежності (для нечіткого), визначених на інтервалі тривалості робіт.

Розробляючи загальнотеоретичний підхід до аналізу WBS з імовірнісної і нечіткої структурою робіт, з метою отримання узагальнених кількісних характеристик структури, необхідних для планування, контролю та корекції процесу управління програмою розвитку на кожній фазі її життєвого циклу, необхідно перш за все формалізувати опис будь-якої структури робіт. З цією метою будемо використовувати поняття "пакет робіт" (ПР) у широкому сенсі для позначення сукупності взаємопов'язаних робіт будь-якого рівня від підпрограми до детальних робіт. Відзначимо, що всі характеристики ПР розглядаються в подальшому стосовно лише до інтервалу тривалості виконання всього пакету робіт незалежно від того, коли пакет робіт почав або закінчив виконуватися. Тобто горизонтальні зв'язки між ПР у цьому випадку не мають значення. Необхідність їх обліку виникає при розробці на основі WBS мережевого графіка програми розвитку, що представляє собою композицію мережевих графіків ПР.

Для формального опису структури робіт програми розвитку позначимо через  $n$  число рівнів структури (визначає глибину декомпозиції робіт програми), через  $K_i$  число пакетів робіт на  $i$ -му рівні. Тоді, очевидно, загальне число пакетів робіт дорівнюватиме:

$$N = \sum_{i=0}^n K_i,$$

де  $K_0$  відповідає кореневої вершині структури робіт.

Утворимо тепер матрицю  $B = \{b_{ij}\}$  ( $i, j = \overline{1, N}$ ), рядки і стовпці якої однозначно пов'язуються з пакетом робіт, а значення її елемента  $b_{ij}$  покладемо рівним одиниці, якщо пакет робіт, відповідний  $i$ -му рядку пов'язаний в дереві робіт з пакетом робіт відповідним  $j$ -му стовпцю і рівним нулю в протилежному випадку. При цьому  $b_{ii} = 0$ ,  $b_{ij} = b_{ji}$ . Фактично матриця  $B$  є симетрична матриця графа, вершинами якого є пакети робіт. Позначимо через  $A = \{PP_{ij}\}$  безліч всіх пакетів робіт структури. Тоді сукупність матриць  $A$  і  $B$  дасть формальний опис структури робіт:

$$WBS = \langle A, B \rangle \quad (1).$$

Формула (1) дозволяє не тільки формально описувати будь-які структури робіт, але і за рахунок варіації самих пакетів робіт і зв'язків між ними здійснювати пошук оптимальної (за деяким критерієм) структури. Відзначимо також, що формула (1) є універсальною, тому що з її допомогою аналогічним чином можна описати будь-які моделі структуризації програми.

З практичної точки зору формальний опис виду (1) для випадку імовірнісної і нечіткої структур робіт доцільно розширити, поповнивши цей опис ще однією безліччю  $S = \{OXPR\}$ , де OXPR — узагальнені характеристики пакета робіт, зокрема, ступінь невизначеності (ентропія) пакета, очікувану як найбільш можливу (для нечіткої структури) тривалість виконання робіт та інші показники.

Розглянемо способи визначення зазначених характеристик для кожного випадку окремо в припущенні, що для всіх недекомпованих пакетів відомі обсяг робіт (в натуральному або вартісному вираженні), оптимістичний, песимістичний і найбільш вірогідний темп їх виконання.

Імовірнісний випадок. Цей випадок характеризується тим, що відомі функції розподілу ймовірностей або їх щільності для ПР на інтервалі тривалості робіт  $I$ . Межі інтервалу визначаються точками перетину прямих, що відповідають темпу виконання робіт (оптимістичний, песимістичний), з обсягом робіт ПР. Ці дані дозволяють обчислити очікуваний час їх виконання (як математичне очікування), середньоквадратичне відхилення  $\sigma$ , ймовірність відхилення робіт пакета в будь-який момент часу в інтервалі  $I$ . При цьому не важко оцінити і ентропію  $PP_{ij}$  (міру невизначеності виконання робіт) та програми в цілому (при  $i = 0$ ). Дійсно, для дискретного розподілу, коли моменти закінчення робіт  $t \in I$  задані відповідними ймовірностями  $P_{ij}(t_q)$ , ентропія довільного пакету  $PP_{ij}$  буде визначатися формулою:

$$H(PP_{ij}) = - \sum_{q=1}^{nm} P_{ij}(t_q) \log P_{ij}(t_q) \quad (2),$$

де  $m$  — загальне число закінчень робіт пакету  $PP_{ij}$ .

Ентропія  $i$ -го рівня буде дорівнювати:

$$H_i = \max_j H(PP_{ij}), \quad i = \overline{0, n} \quad (3).$$

Якщо ж час закінчення робіт, як випадкова величина, безперервно розподілена на інтервалі  $I$ , то ентропія ПР з будь-яким ступенем точності може бути розрахована так. Покриємо інтервал  $I$   $\varepsilon$ -мережею:

$$t_q = t_{\min} + q \varepsilon, \quad q = \overline{0, l-1}, \quad l = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{\varepsilon}.$$

Тоді ймовірність того, що роботи пакета  $PP_{ij}$  закінчатся в інтервалі  $T_q = [t_q, t_q + \varepsilon]$  буде дорівнювати:

$$P_{ij}(T_q) = \int_{t_q}^{t_q + \varepsilon} f_{ij}(t) dt \quad (4),$$

де  $f_{ij}(t)$  — щільність розподілу ймовірностей моментів закінчення робіт пакета  $PP_{ij}$ .

Далі можна скористатись формулами (2) та (3).

Нечіткий випадок. При нечіткому описі робіт по реалізації програми розвитку підприємства можливі тривалості робіт пакету  $t \in I$  можуть бути визначені як елементи нечіткої (розмитої) безлічі  $F \in I$ , яка є підмножиною інтер-

валу робіт І. Належність елемента нечіткій множині F описується нормальною функцією приналежності M (характеристичної функцією) зі значенням на інтервалі [0; 1], тобто  $\mu_F(t) \in [0; 1]$ ; [11]. Конкретні значення функції  $\mu_F(t)$  визначаються експертним шляхом або на основі статистичних даних.

Очевидно, що на одному і тому ж інтервалі I нечіткі множини і відповідні їм функції приналежності можуть бути визначені не однозначно, а як сукупність множин  $\{F_i\}$ ,  $i = \overline{1, p}$ . Причому сукупності нечітких множин, як правило, пересікаються. Тут необхідно для кожного недекомпозованого пакета робіт визначитися: розглядати моменти закінчення робіт пакета (ПР) на перетині або об'єднанні нечітких множин  $\{F_i\}$ . Легко бачити, що більш жорстка оцінка моментів закінчення робіт програм розвитку на нечіткому безлічі F буде отримана в першому випадку, а більш м'яка — у другому. При цьому згідно з правилами операцій з нечіткими множинами отримуємо наступні значення для функцій приналежності.

У першому випадку:

$$F = \bigcap_{i=1}^p F_i \neq \emptyset \Rightarrow \mu_F(t) = \min_i \{\mu_{F_i}(t)\}$$

У другому:

$$F = \bigcup_{i=1}^p F_i \Rightarrow \mu_F(t) = \max_i \{\mu_{F_i}(t)\}$$

Тоді найбільш очікуваний момент закінчення робіт буде визначеною функцією  $t_{\text{очік}} = \arg \max_t \mu_F(t)$ .

Оцінка нечіткого інтервалу тривалості робіт і відповідних їм функцій приналежності для декомпозованого пакета робіт програми розвитку підприємства здійснюється за таким же принципом як і для ймовірнісного випадку. А саме, нечіткий інтервал (з відповідною функцією приналежності) вибирається з умови максимуму значень правого кінця інтервалу тих пакетів робіт, на які розбиті програми розвитку.

Для оцінки ентропії довільного пакету робіт програми поступимо так. У разі, якщо функція приналежності  $\mu(t)$  визначена на дискретній множині точок  $\{t_q\}$ ,  $q = \overline{1, n}$ , то спочатку здійснимо операцію нормування цих значень, вводячи нові значення:

$$\mu^*(t_q) = \frac{\mu(t_q)}{\sum_{q=1}^n \mu(t_q)}, \quad q = \overline{1, n} \Rightarrow 0 \leq \mu^*(t_q) \leq 1, \quad \sum_{q=1}^n \mu^*(t_q) = 1 \quad (5).$$

Тепер ентропію пакета робіт можна визначити за формулою:

$$H(\text{ПР}_{ij}) = -\sum_{q=1}^m \mu^*(t_q) \log \mu^*(t_q),$$

що дає можливість за формулою (3) визначити ентропію будь-якого рівня програм розвитку, включаючи програму в цілому.

У разі безперервного завдання значень функції  $\mu(t)$  оцінка ентропії проводиться аналогічно ймовірнісному випадку із заданою щільністю розподілу (див. формулу (4)) з подальшим нормуванням згідно співвідношенням (5).

### ВИСНОВОК

Розглядаючи випадок нечітких пакетів робіт програми, неважко помітити аналогію з ймовірнісним випадком. Однак у першому випадку має місце суттєва перевага, що полягає в тому, що немає необхідності доводити використання тієї чи іншої функції розподілу ймовірностей, досягати високої точності при отриманні вихідних даних і розрахунках.

Отак, якщо утворити безліч узагальнених характеристик S пакетів робіт програм розвитку підприємства, включивши нього розраховані вище параметри і ряд інших, то отримуємо більш повне в порівнянні з формулою (2) опис структури робіт програми у вигляді:

$$\text{WBS} = (A, B, C) \quad (6).$$

Тут безліч A визначає об'єкти WBS структури; матриця B — відносини між ними; безліч C — властивості. Кожен елемент складових структури може бути розширений і поглиблений. Наприклад, шляхом введення в розгляд випадкових і нечітких зв'язків між ПР.

Використання формули (6) дозволяє більш повно враховувати реальні недетерміновані ситуації в процесі управління програмами розвитку підприємства і, в перспективі, підвищити рівень і надійність процесу управління програмами розвитку підприємства.

### Література:

1. Геєць В.М. Інноваційні перспективи України: монографія / В.М. Геєць, В.П. Семиноженко. — Харків:Константа, 2006. — 272 с.
2. Бубенко Т.П. Інституційна динаміка просторової організації економічного розвитку: монографія / Т.П. Бубенко. — Харків: ХНАМГ, 2008. — 295 с.
3. Андросова О.Ф. Трансфер технологій як інструмент реалізації економічного розвитку: монографія / О.Ф. Андросова, А.В. Череп. — К.: Кондор, 2007. — 356 с.
4. Полінкевич О.М. Чинники формування випередженого розвитку підприємств в умовах глобальної світової кризи. О.М. Полінкевич // Економічний часопис. — XXI. — № 156 (1—2). — 2016. — 22-25 с.
5. Тарасюк Л.М. Методологічні основи системи ризик-менеджменту в діяльності промислових підприємств при проведенні радикальних трансформацій / Л.М. Тарасюк, К.В. Тарасюк // Економічний часопис. — XXI. № 156(1—2), 2016. — С. 63—70.
6. Ulrike Malmendier, Stefan Nagel. Learning from Inflation Experiences. — OJE. — 2016. — 131(1). — P. 53—87.
7. Scott R. Baker, Nicolas Bloom, Steven J. Davis. Measuring Economic Policy Uncertainty. — OJE. — 2016, 131 (4). — P. 1593—1636.
8. Tyler Muir. Financial Crises and Risk Premia. — OJE, 2017. — 141 (3); 96-112 p.
9. Войнаренко М.П. Моделирование процесса принятия решения по источникам финансирования инновационной деятельности // Economic Annals — XXI, 2016. — 160 (7—8). — С. 126—129.
10. Milyaeva L. Analysis of innovative industrial competitiveness: methodological and applied aspects. Economic Annals — XXI. — 7—8 (1). — P. 58—61. retrieved from [http://soskin.info/en/ea/2015/7-8-1/contents\\_14.html](http://soskin.info/en/ea/2015/7-8-1/contents_14.html)
11. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. — М.: Радио и связь, 1982. — 360 с.

### References:

1. Heyets, V.M., Semynozhenko, V.P. (2006), Innovatsijni perspektivy Ukrainy [Innovative perspectives of Ukraine], Kharkiv, Ukraine.
2. Bubenko, T.P. (2008), Instytutstijna dynamika prostоровoї orhanizatsii ekonomichnoho rozvytku [Institutional dynamics of spatial organization of economic development], Kharkiv, Ukraine.
3. Androsova, O.F. and Cherep, A. V. (2007), Transfer tekhnolohij yak instrument realizatsii ekonomichnoho rozvytku [Technology transfer as an instrument for economic development], Kiev, Ukraine.
4. Polinkevych, O.M. (2016), "Factors of enterprises' outstripping development in conditions of global economic crisis", Ekonomichnyy chasopys — XXI, vol. 156 (1—2), pp. 22—25.
5. Tarasyuk, L.M. (2016), "Methodological bases of risk management system in the activity of industrial enterprises during radical transformations", Ekonomichnyy chasopys — XXI, vol. 156 (1—2), pp. 63—70.
6. Malmendier, U. and Nagel, S. (2016), "Learning from Inflation Experiences", OJE, vol. 131(1), pp. 53—87.
7. Baker, S. R. Bloom, N. and Davis, S. J. (2016), "Measuring Economic Policy Uncertainty", OJE, vol. 131 (4), pp. 1593—1636.
8. Muir, T. (2017), "Financial Crises and Risk Premia", OJE, vol. 141(3), pp. 96—112.
9. Voynarenko, M.P. (2016), "Modelling the process of making decisions on sources of financing of innovation activity", Economic Annals — XXI, vol. 160 (7—8), pp. 126—129.
10. Milyaeva, L. (2015), "Analysis of innovative industrial competitiveness: methodological and applied aspects", Economic Annals — XXI, vol. 7—8 (1), pp. 58—61.
11. Kofman, A. (1982), [I Vvedenye v teoryiu nechetkykh mnozhestv ntroduction to the theory of fuzzy sets], Radio and Communication, Moscow, p. 360.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2018 р.